

STUDIUL ȘI TRASAREA CARACTERISTICILOR ACUMULATORULUI ACID

1. Scopul lucrării

Studiul construcției, funcționării și a comportării acumulatorului acid la încărcare și descărcare.

2. Considerații teoretice

O **pilă electrochimică** (un element) este constituită din doi electrozi: un anod și un catod scufundați într-o soluție de electrolit. Cei doi electrozi sunt separați între ei prin intermediul unui separator. Separatorul, care separă mecanic cei doi electrozi, are rolul de a preveni scurtcircuitele interne între electrozi, dar trebuie să fie permeabil pentru electrolit.

Anodul sau electrodul negativ, reprezintă electrodul care furnizează electroni în circuitul exterior și la care se produce *reacția de oxidare* în timpul descărcării.

Catodul sau electrodul pozitiv, este electrodul care acceptă electroni din circuitul exterior și la care se produce *reacția de reducere* în timpul descărcării.

Electrolitul reprezintă mediul dintre cei doi electrozi prin care se transfera ioni.

Bateria este formată din două sau mai multe elemente de acumulator, fiecare constituit din anod, catod și electrolit, conectate electric între ele. Reacțiile redox (oxidare – reducere) care se desfășoară la cei doi electrozi, *convertesc energia electrochimică în energie electrică*.

O baterie de acumuloare reprezintă o sursă de putere electrică instantanee, având multiple utilizări: ca starter în automobilul convențional, ca unitate de stocare a energiei și starter în vehiculul electric sau hibrid, la alimentarea unor consumatori izolați etc.

2.1 Tipuri de baterii de acumuloare

Din punct de vedere constructiv există două **tipuri** de baterii de acumuloare: deschise și etanșe (capsulate).

Bateria plumb-acid sulfuric clasică sau “deschisă”

Pentru acest tip de baterie celula nu este *închisă*. Electrolitul se află în stare lichidă, umplând spațiul dintre electrozi și un spațiu suplimentar, constituind așa-numita rezervă de electrolit. Ea necesită întreținere și control al nivelului electrolitului pentru a nu se micșora durata de viață. De asemenea, în laborator, trebuie să fie amplasată într-o încăpere suficient de ventilată, deoarece spațiul de deasupra electrolitului este format dintr-un amestec de hidrogen și oxigen care poate fi explozibil.

Bateria acidă etanșă (capsulată) - VRLA (Valve Regulated Lead-Acide)

Bateriile acide *etanșe (capsulate)* sunt fabricate în tehnologie AGM (absorbent glass material), adică electrolitul se află imobilizat în separatoare fie în stare lichidă, dar impregnat într-o împâslitură din fibre de sticlă, fie se află în stare de gel.

Acumulatorul capsulat este prevăzut cu un sistem catalitic pentru recombinarea gazelor, astfel încât hidrogenul și oxigenul provenite din descompunerea apei (proces ce începe să se producă la o tensiune de aproximativ 2,39V/element), să se recombine, evitând astfel concentrarea electrolitului. Aceste acumuloare se mai numesc și acumuloare *fără întreținere*, deoarece este eliminată necesitatea operației de adăugare a apei pentru menținerea concentrației electrolitului. Pot fi utilizate atât în poziție orizontală cât și verticală, fiind etanșe și fără scurgeri de electrolit. Au un nivel scăzut de autodescărcare, densitate de putere mare și pot fi utilizate o perioadă îndelungată în parametri proiectați.

După modul de întrebuințare, acumuloarele plumb – acid sulfuric se realizează în trei variante constructive: tip auto, tip staționar și de tracțiune, iar mai nou și acumuloare pentru sisteme cu surse regenerabile de energie (baterii solare). Aceste tipuri se deosebesc între ele în principal prin forma și grosimea plăcilor electrod și prin cantitatea (rezervă) de electrolit. Acumuloarele de tip auto sunt realizate cu plăcile electrod pastate subțiri, de grosime cuprinsa între

0,8 și 1,3 mm. Acumulatorii de tracțiune au plăcile electrod ceva mai groase, de 3 până la 10mm. Grosimea plăcilor electrod pentru acumulatorii staționare este de 5 până la 15mm.

Electrolitul acumulatorilor plumb-acid sulfuric este o soluție apoasă de acid sulfuric care constituie un mediu cu conductivitate electrică foarte mare. Concentrația electrolitului variază pe parcursul desfășurării proceselor de încărcare și respectiv descărcare. Valoarea inițială a densității electrolitului, când bateria este complet încărcată, variază în funcție de tipul constructiv. În bateriile auto densitatea inițială este de $1,28 \text{ g/cm}^3$ (la 25°C), în bateriile de tip staționar poate avea valori cuprinse între $1,21 \text{ g/cm}^3$ și $1,30 \text{ g/cm}^3$, iar în bateriile de tracțiune are valori cuprinse între $1,27 \text{ g/cm}^3$ până la $1,32 \text{ g/cm}^3$.

2.2 Construcția bateriei acide.

Structura elementară a bateriei acide este **celula**, o baterie de 12 V având 6 celule.

Celula este constituită dintr-un **vas**, un **element** și **electrolit**.

Vasul unei celule (1) este practic un compartiment al întregului vas al bateriei (2), obținut prin împărțirea acestuia cu ajutorul pereților despărțitori. Este realizat, în general, din polipropilenă.

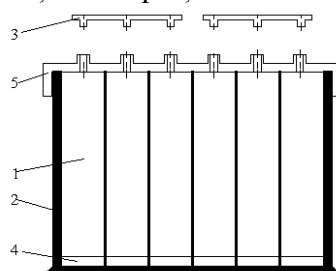


Fig. 3.1 Construcția acumulatorului acid

La baza vasului, în interior, sunt prevăzute nervurile 4 pe care se așează electrozii (sub formă de placă), distanțându-se astfel de fundul vasului. Se creează un spațiu în care se poate depune substanța activă desprinsă de pe plăci, evitându-se scurtcircuitarea plăcilor.

La partea superioară, vasul se închide cu un capac 5, prevăzut cu bușoane de umplere 3, prin care trec bornele exterioare ale bateriei.

Elementul este un ansamblu al celulei format din **electrozi** și **separatoare**.

Electrozii au forma unor **plăci**, deosebindu-se electrozi pozitivi și electrozi negativi.

O **placă** este alcătuită dintr-un suport sub formă de **grătar** și **materia activă**, având grosimea de cca. 1 mm (fig. 3.2).

Grătarul este executat din Pb la care se adaugă materiale pentru ușurarea procesului de turnare. Acesta poate fi antimoniu sau calciu pentru baterii cu întreținere redusă.

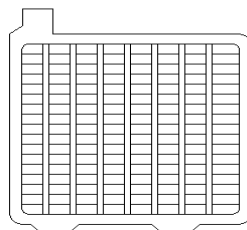


Fig. 3.2 Grătar de acumulator acid

Grătarul asigură forma plăcii și rezistența mecanică a plăcii, este suport pentru materia activă și calea de curent spre și de la materia activă a plăcii.

Materia activă este substanța care întreține fenomenele electrochimice la încărcare și la descărcare. Ea poate rezulta direct din metalul suportului, sau se prepară sub formă de pastă și se aplică pe suport. În cazul acumulatorilor auto plăcile electrod sunt de tipul pastat.

Ambele plăci, pozitive și negative, au la bază același material activ, dar **la cele negative** se adaugă combinații de sulfat de bariu, cărbune sau litiu, pentru creșterea performanțelor la temperaturi reduse prin prevenirea tasării **plumbului spongios** (ceea ce devine substanța activă a acestei plăci,

după **formare**). Masa activă pentru **electrodul pozitiv** devine, după același proces de **formare**, dioxid de plumb (peroxidul de Pb / dioxidul de Pb, PbO₂).

Formarea reprezintă procesul de încărcare a bateriei pentru prima dată. În acest proces electrochimic se schimbă pasta de oxid de Pb din grătarul plăcii pozitive în PbO₂ la placa pozitivă și în Pb spongios la placa negativă. **Formarea se face** prin introducerea plăcilor într-o soluție slabă de acid sulfuric și aplicarea unui curent mic, **placa pozitivă** devine de culoare **cafenie**, iar **placa negativă** de culoare **cenușie**.

Separatoarele au rolul de a izola plăcile pozitive față de plăcile negative, pentru evitarea scurtcircuitului. Separatoarele sunt plăci subțiri, poroase, izolatoare, confecționate din diferite materiale, cum ar fi de exemplu, polipropilena poroasă. Porii permit trecerea curentului ionic din electrolit între plăcile pozitive și negative.

Construirea unui element constă în asamblarea plăcilor (+), a separatoarelor și a plăcilor (-), într-un pachet (fig. 3.3).

Un element conține 5 ÷ 14 plăci de același fel, care sunt conectate pe la partea superioară (prin sudare) cu ajutorul unor barete, prevăzute cu borne pentru înserierea cu elementul vecin (fig.3.3 și fig. 3.4). Borna (+) a unui element se conectează cu borna (-) a elementului următor ș.a.m.d. Tensiunea pentru un element este de 2 V astfel că o baterie de 12 V va avea 6 celule (elemente).

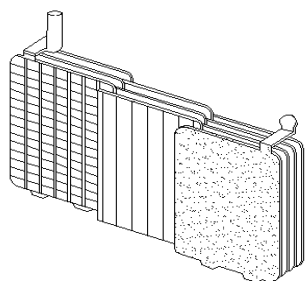


Fig.3.3 Asamblarea unui element

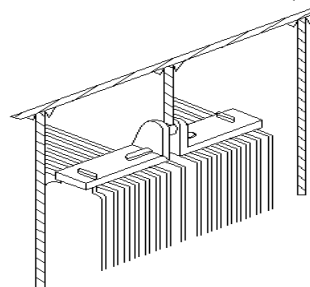
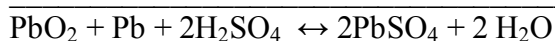
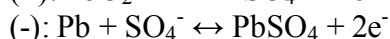
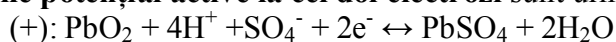


Fig.3.4 Conectarea elementelor

Există un element pe celulă. Creșterea numărului de plăci și a suprafeței acestora conduce la creșterea valorii curentului pe care bateria poate să-l debiteze, sau, la același curent debitat, scade căderea de tensiune interioară.

Electrolitul este o soluție de acid sulfuric (H₂SO₄) cu apă distilată (H₂O), la o densitate care diferă în funcție de zona geografică.

Reacțiile potențial active la cei doi electrozi sunt următoarele:



2.3 Caracteristicile acumulatorilor

Caracteristicile acumulatorului sunt exprimate prin: capacitate C[Ah], putere P[W], energie acumulată W[Wh], densitate de energie w(Wh/kg), densitate de putere p_s(W/kg), randament la încărcare, tensiune medie la borne (V), curent maxim de descărcare (A), compoziția electrolitului, tensiune limită de descărcare (V), autodescărcare, durată de viață, timp de răspuns.

Capacitatea reprezintă **cantitatea totală de electricitate (sarcina electrică)** exprimată în Ah disponibilă într-o baterie (acumulator) complet încărcată.

Densitatea de energie se referă la raportul dintre energia disponibilă în acumulator și volumul acestuia (Wh/l). **Energia specifică** a acumulatorului se referă la raportul dintre energia disponibilă și masa acestuia (Wh/kg). Energia este determinată de sarcina care poate fi stocată în acumulator.

Puterea acumulatorului este dată de produsul dintre tensiunea și curentul de descărcare:

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

Puterea poate fi calculată și ca energie furnizată de acumulator în unitatea de timp: $P = \frac{E}{t}$

Densitatea de putere (putere specifică) reprezintă raportul dintre puterea disponibilă a acumulatorului și volumul său (W/l). Puterea specifică de obicei se referă la raportul dintre puterea acumulatorului și masa acestuia (W/kg). Puterea acumulatorului este strâns legată de viteza cu care acesta se descarcă.

Tensiunea acumulatorului se referă de obicei la tensiunea acestuia la descărcare. **Tensiunea nominală** se referă la valoarea tensiunii acumulatorului calculată conform reacțiilor electromotric active de la cei doi electrozi. **Tensiunea maximă admisibilă** a acumulatorului se referă la tensiunea maxim admisă la bornele acumulatorului în timpul procesului de încărcare, stabilită astfel încât procesul de încărcare să nu afecteze acumulatorul. **Tensiunea minimă admisibilă** la bornele acumulatorului se referă la tensiunea minim admisă în decursul procesului de descărcare.

Autodescărcarea reprezintă pierderea de capacitate a acumulatorului ce apare în urma stocării lui pe perioade mai lungi de timp.

Timpul de răspuns reprezintă viteza cu care este furnizată energia de către baterie.

Durata de viață este dată de numărul de cicluri de descărcare/încărcare. În cazul acumulatorului reîncărcabil este esențial ca ciclul de descărcare/reîncărcare să refacă materia activă de la electrozi în forma și structura potrivită care să permită realizarea și a altor cicluri de funcționare. Numărul de cicluri de viață care pot fi atinse în funcționarea unui acumulator depinde în mod deosebit de temperatura de lucru și de adâncimea de descărcare a fiecărui ciclu de funcționare, descărcarea profundă a acumulatorului ducând în unele cazuri (în special la acumulatorul plumb-acid sulfuric) la degradarea electrozilor.

Curba de descărcare este curba ce reprezintă variația tensiunii la bornele bateriei (elementului de acumulator) în timpul procesului de descărcare, la temperatură constantă și sub un curent de descărcare (viteza de descărcare) constant în timp.

Reacția de descărcare este spontană și se desfășoară atunci când acumulatorul este solicitat să livreze putere. Reacția de reîncărcare trebuie suportată energetic folosind o sursă de curent continuu.

2.4 Funcționarea acumulatorului acid

2.4.1 Variația parametrilor (tensiune și densitate a electrolitului) bateriei la încărcare

Atingerea pragului de $1,8(1,75)V/el$ impune încărcarea imediată a bateriei de acumuloare. Pentru acest lucru trebuie să se dispună de o sursă de tensiune superioară tensiunii maxime pe care o poate avea bateria la sfârșitul încărcării sau de o sursă de curent capabilă să mențină un curent constant pe perioada de încărcare.

Dacă se ia cazul unei baterii de $12V$, atunci sursa va trebui să aibă o tensiune de circa $14,4V$.

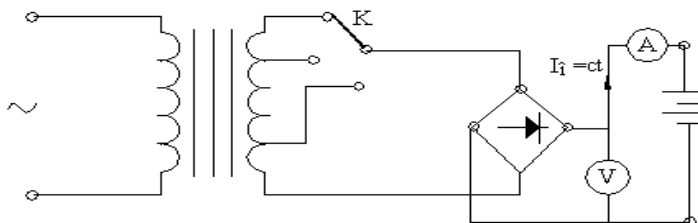


Fig. 3.5 Încărcarea bateriei de la redresor

Schema echivalentă electrică la încărcare va fi:

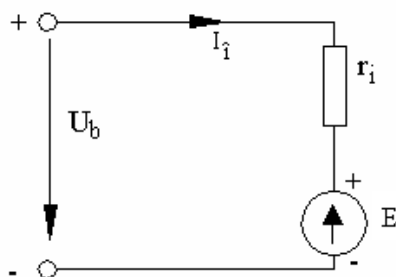


Fig.3.6 Schema echivalentă a bateriei la încărcare

Ecuția corespunzătoare schemei de încărcare: $U_b = E + r_i \cdot I_i$

Variația tensiunilor U_b , E și a ρ sunt prezentate în figura 1.8.

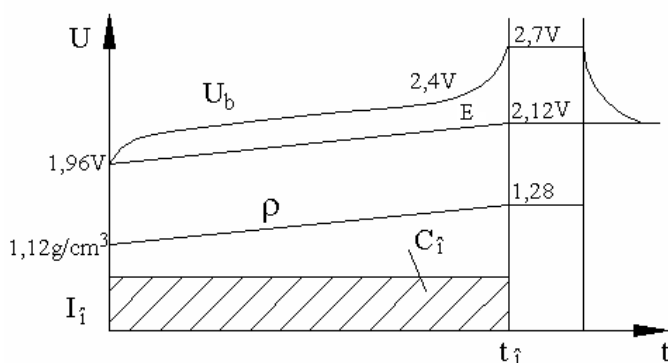


Fig. 3.7 Variația parametrilor bateriei la încărcare

Inițial, bateria fiind complet descărcată, rezistența opusă curentului de încărcare este foarte redusă și deci tensiunea sursei (U_b) nu trebuie să fie foarte mare. Ea va trebui însă să crească treptat pentru a fi în stare să mențină $I_i = ct.$, deoarece pe măsura încărcării bateriei, crește și E .

$$I_i = \frac{U_b - E}{r_i} = ct$$

Așa se explică forma de variație a tensiunilor: E crește liniar de la valoarea de $1,96V/el$ până la $2,12V/el$, în timp ce tensiunea U_b crește rapid de la $1,96V/element$ la $2,2,2V/element$ și apoi, lent, la $2,3/element$, ca la sfârșitul încărcării U_b să poată atinge chiar $2,6-2,75V/element$.

Densitatea ρ înregistrează o variație liniară de la $1,12-1,28g/cm^3$.

Sfârșitul încărcării este recunoscut prin menținerea constantă a valorilor U_b , E și ρ . Curentul absorbit servește la electroliza apei. Descompunerea apei în hidrogen și oxigen începe de la $2,3-2,4V/el$, este deosebit de activă la sfârșitul încărcării și se manifestă printr-o agitare a electrolitului cu eliminarea de gaze ("fierberea electrolitului").

În partea inferioară a figurii este desenat dreptunghiul cu laturile I_i și t_i care determină o suprafață egală cu capacitatea de încărcare a bateriei: $C_i = I_i \cdot t_i$ [Ah], valoarea curentului de încărcare I_i fiind constantă.

Curentul de încărcare

Se pune problema asupra valorii curentului de încărcare nominal sau a curentului de încărcare cu care se poate efectua operația de reîncărcare a bateriei.

Curentul nominal de încărcare se află din $C[Ah]$, valoare înscrisă pe corpul bateriei.

Ex.: $C = 45Ah$; $I_n = \frac{45}{20} = 2,25A$ reprezintă atât curentul nominal cu care se determină capacitatea bateriei (de descărcare), cât și curentul nominal de încărcare.

Așadar, teoretic, curentul de încărcare nominal va fi

$$I_n = \frac{C_{20}}{20} [A]$$

Ținând seama de randament, se va folosi în practică un curent de încărcare obținut din relația C_i :

$$I_i = \frac{C_i}{20} = \frac{1,3C_{20}}{20}.$$

Ex.: $C_{20} = 45 Ah$, $C_i = 58,5 Ah$; $I_i = \frac{58,5}{20} = 2,97 \approx 3 A$.

În practică, curentul de încărcare folosit este în limitele:

$$\frac{C_{20}}{10} - \frac{3C_{20}}{10} [A]$$

dacă nu este o situație de urgență, când se dorește o încărcare rapidă și când se poate folosi un curent mai mare.

Metode de încărcare

Încărcarea poate fi efectuată într-un regim normal sau într-un regim rapid. Ca metodă de încărcare se folosește fie **încărcarea la** $I_i = ct$. **fie la** $U_i = ct$.

În prima situație, la o încărcare normală curentul trebuie să fie egal, sau chiar mai mic de: $\frac{C_{20}}{10} [A]$.

La sfârșitul încărcării se produce o agitare a electrolitului, fiind emis hidrogenul și oxigenul. Dacă timp de o oră tensiunea la bornele bateriei rămâne constantă, încărcarea este finalizată.

Încărcarea cu *tensiunea constantă* presupune o sursă de tensiune constantă, care să furnizeze o tensiune în limitele maxime de $2,1-2,75 V/el$, pentru a putea fi folosită la o gamă mai mare de baterii.

Dacă bateria este complet descărcată, la începutul încărcării, se limitează valoarea lui I_i (de la ex la $1,3 \frac{C_{20}}{10}$).

Metoda aceasta de încărcare are avantajul că la sfârșitul încărcării curentul de încărcare este redus, degajarea de gaze este, de asemenea redusă. Se recunoaște sfârșitul încărcării după degajarea de gaze și după faptul că $I_i = ct$.

Încărcarea rapidă se face cu atenție și numai în cazuri extreme. Bateriile fără întreținere se încarcă la o sursă cu $14,4 V = ct$. Se oprește încărcarea când începe degajarea de gaze. Stabilizarea I_i indică sfârșitul încărcării.

Observații

1. La sfârșitul încărcării bateriilor uzuale de $12 V$, tensiunea măsurată trebuie să fie de minimum $12,6 V$.

2. Nu încărcați rapid bateriile fără întreținere!

Factori care afectează încărcarea

Temperatura scăzută - conduce la creșterea rezistenței de încărcare.

Starea de încărcare (SOC). Bateriile puternic descărcate sunt greu de încărcat din cauza stratului de $PbSO_4$ care nu este ușor convertit în substanța activă și care conduce la distrugerea bateriei. În cazurile sulfatării reduse, încărcarea cu un curent redus pe o perioadă îndelungată poate reface bateria.

În cazul unei baterii sulfatate, la încărcare, tensiunea la borne crește rapid, în timp ce la o baterie normală creșterea tensiunii la borne este lentă.

2.4.2 Variația parametrilor bateriei la descărcare

Dacă se măsoară tensiunea bateriei fără sarcină, se va determina valoarea t.e.m. E a bateriei care corespunde relației $E = 0,84 + \gamma$.

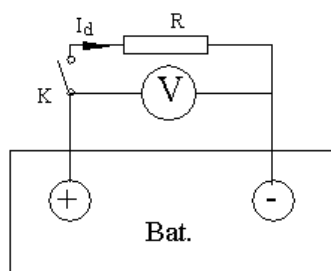


Fig. 3.8 Măsurarea tensiunilor

Dacă se va menține voltmetrul în circuit, dar se închide comutatorul K , se va constata o scădere a valorii indicate de V . Tensiunea măsurată va fi U_b , tensiunea în sarcină a bateriei, cu o valoare mai mică decât t.e.m:

$$U_b < E.$$

Cauza diferenței între cele două valori o reprezintă căderea internă de tensiune ΔU :

$$\Delta U = I_d \cdot r_i$$

în care :

U_b -tensiunea la bornele bateriei;

r_i - rezistența internă a bateriei;

I_d -curentul de descărcare.

Tensiunea U_b este mai mică decât tem E , cauza fiind **rezistența internă** r_i .

Rezistența internă are o semnificație mai ușor de înțeles după ce s-au făcut precizări asupra construcției bateriei. Pornind de la borna (-): aceasta face corp comun cu o punte de grupare, apoi se pătrunde în grătarul cu substanță activă, se ajunge la interfața placă-electrolit, prin separator se străbate electrolitul, ajungând la interfața electrolit-placă pozitivă și iarăși substanța activă și grătarul, dar de la placa \oplus , apoi prin puntea de grupare a plăcilor \oplus și prin cea de legătură la borna (-) a celulei următoare ș.a.m.d. până la borna \oplus de ieșire a bateriei. Tot acest traseu opune rezistență la trecerea sarcinilor electrice și determină rezistența internă.

Contribuția fiecărei porțiuni la rezistența internă poate fi rezumată astfel:

- rezistența parțială a plăcilor (18 - 35 %);
- rezistența separatoarelor (18 ÷ 22 %);
- rezistența electrolitului (47-60 %);
- rezistența punților de grupare și a punților dintre elemente cu o contribuție mai redusă.

Se va include în rezistența internă și *rezistența introdusă de fenomenul de polarizație*. Aceasta constă în modificarea valorii potențialelor de electrod cauzată de variația concentrației substanțelor ce participă la reacții și care contribuie la pierderi de tensiune în interior.

Rezistența internă reprezintă un parametru fundamental pentru acumulatorilor auto.

Rezistența internă depinde de o serie de factori:

- de numărul plăcilor, scăzând cu creșterea numărului acestora;
- de starea de încărcare a bateriei, la descărcarea bateriei se formează, așa cum s-a văzut, $PbSO_4$, care este o substanță rău conducătoare de electricitate și care mărește r_i ; cu creșterea stării de descărcare crește și r_i ;
- de temperatura electrolitului; cu scăderea temperaturii crește vâscozitatea electrolitului, reacțiile chimice sunt mai lente și r_i crește;
- vârsta bateriei: cu îmbătrânirea crește cantitatea de $PbSO_4$ și implicit r_i , deci vine un moment când bateria, datorită creșterii r_i , să nu mai fie capabilă să antreneze motorul de pornire și mai ales pe timpul rece.

Prin urmare schema electrică echivalentă a bateriei la descărcare va fi:

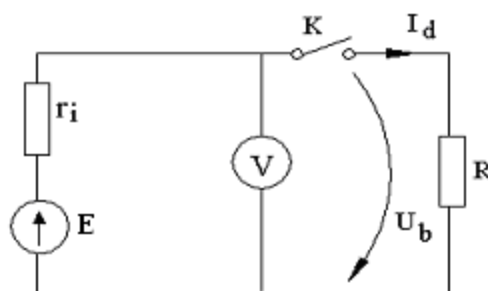


Fig.3.9 Schema echivalentă a bateriei la descărcare și măsurarea tensiunii U_b .

Ecuția circuitului, cu întrerupătorul K închis va fi:

$$U_b = E - r_i \cdot I_d$$

Variația tensiunilor și a densității electrolitului la descărcare cu $I_d = \text{constant}$ este prezentată în continuare:

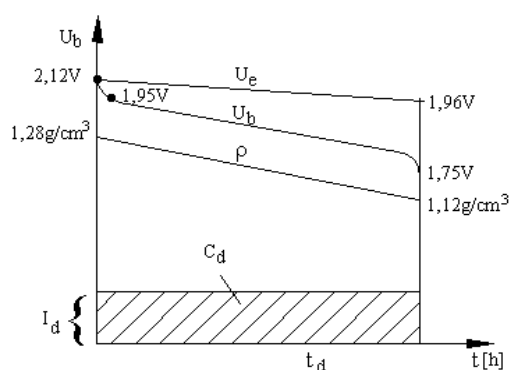


Fig.3.10 Variația U_e , U_b , și ρ la descărcarea bateriei cu $I_d = \text{ct.}$

La $t = 0$, cu $I_d = 0$, $U_b = E$ și corespunde valorii de 2,12V/element. Cu $I_d = \text{ct.}$, dacă se consideră relația teoretică de legătură dintre U_e și ρ , atunci E va înregistra, în timp, o scădere liniară de la 2,12V/element până la 1,96V/element, când se va opri descărcarea.

În același interval de timp, U_b scade rapid de la valoarea 2,12 V/element la 1,95-2V/element, apoi lent până la 1,8V/element valoare în jurul căreia se produce o curbă pronunțată a diagramei, U_b scăzând rapid la zero. La 1,8 (1,75)V/element se oprește descărcarea.

În toată perioada descărcării, ρ scade liniar de la valoarea inițială, considerată 1,28 g/cm³ pentru relația dată, la 1,12 g/cm³.

Variația tensiunii U_b în timp este dependentă de mărimea curentului de descărcare. Cu cât I_d este mai mare cu atât U_b scade mai rapid. De altfel, și valoarea la care trebuie oprită descărcarea, pentru a se asigura reversibilitatea fenomenelor, depinde de I_d (fig. 2.7).

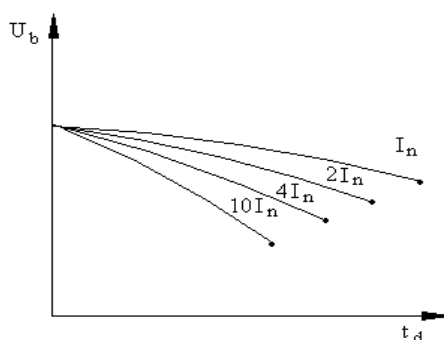


Fig.3.11 Influența curentului I_d asupra caracteristicii $U_b = f(I_d)$.

La curenți de descărcare mai mari este antrenată o cantitate de substanță activă mai mică, descărcarea este mai superficială, se poate merge până la $U_b = 1,2 \text{ V/element}$ în cazul unor curenți de descărcare foarte ridicați.

La descărcarea cu I_d mici și în timp îndelungat (ex. 20h) sulfatarea este în profunzime, conduce la epuizarea substanței active. Oprirea descărcării trebuie să se facă la valori mult mai mari ale lui U_b .

Capacitatea bateriei reprezintă o caracteristică foarte importantă a bateriei, poate fi exprimată în mai multe moduri și se determină după procedeul indicat de constructor.

Sub denumirea precisă de **capacitatea bateriei** se înțelege în cel mai general caz, cantitatea de electricitate restituită de un acumulator încărcat, în anumite condiții. Ea se notează cu C și se calculează cu relația cea mai generală:

$$C = \int_0^{t_d} i dt \quad [Ah]$$

sau, pentru $i = I_d = ct.$:

$$C = I_d t_d \quad [Ah]$$

C se măsoară în amperi \times oră $[Ah]$, deși nu reprezintă altceva decât sarcina electrică cedată de acumulator, la descărcare.

În partea inferioară a figurii 3.10 este reprezentat un dreptunghi a cărui suprafață este dată de produsul $I_d \cdot t_d$ și care reprezintă capacitatea bateriei C .

Observație. Se va putea defini o **capacitate la descărcare (C_d)** în care curentul este I_d , iar durata este t_d și o capacitate de încărcare care va exprima sarcina electrică înmagazinată de acumulator în timpul de încărcare, t_i când bateria a fost alimentată cu curentul I_i .

La bateriile auto de pornire una din mărimile caracteristici înscrise pe carcasă este capacitatea baterie, exprimată în Ah : este vorba de capacitatea nominală sau C_{20} :

$$C_{20} = I_n \cdot 20 \quad [Ah]$$

și reprezintă produsul dintre **curentul maxim** pe care poate să-l debiteze bateria (care se va numi **curent nominal, I_n**) și 20 de h, timp după care tensiunea bateriei nu trebuie să scadă sub $1,8(1,75)V/element$ adică $10,8(10,5)V$ pentru o baterie de $12V$, la temperatura $26,7^\circ C$.

3. Montajul și aparatura necesară

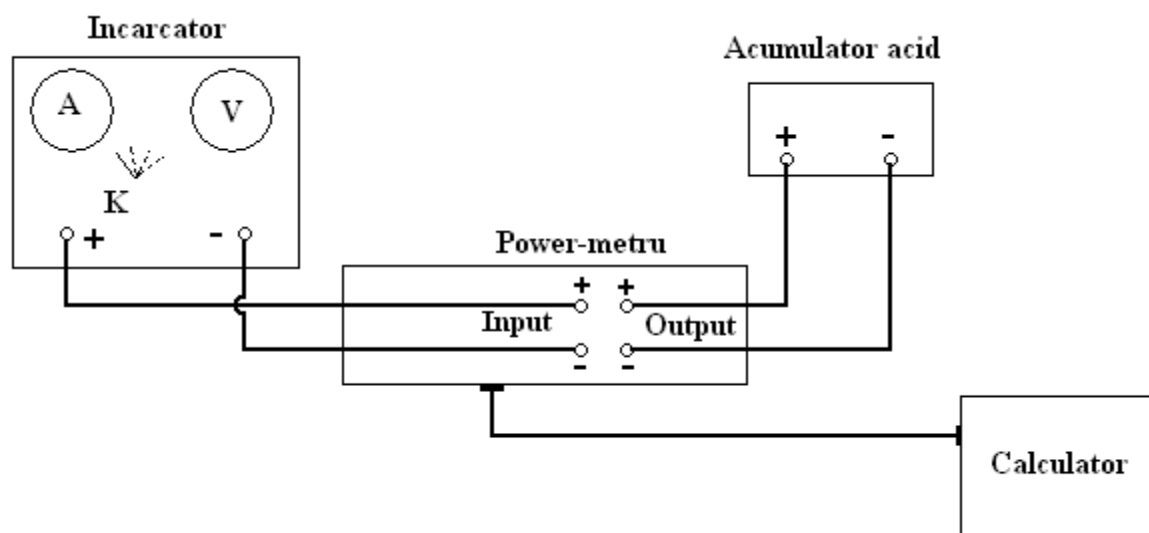


Fig. 3.12 Schema de montaj și monitorizare a încărcării bateriilor de acumuloare acide

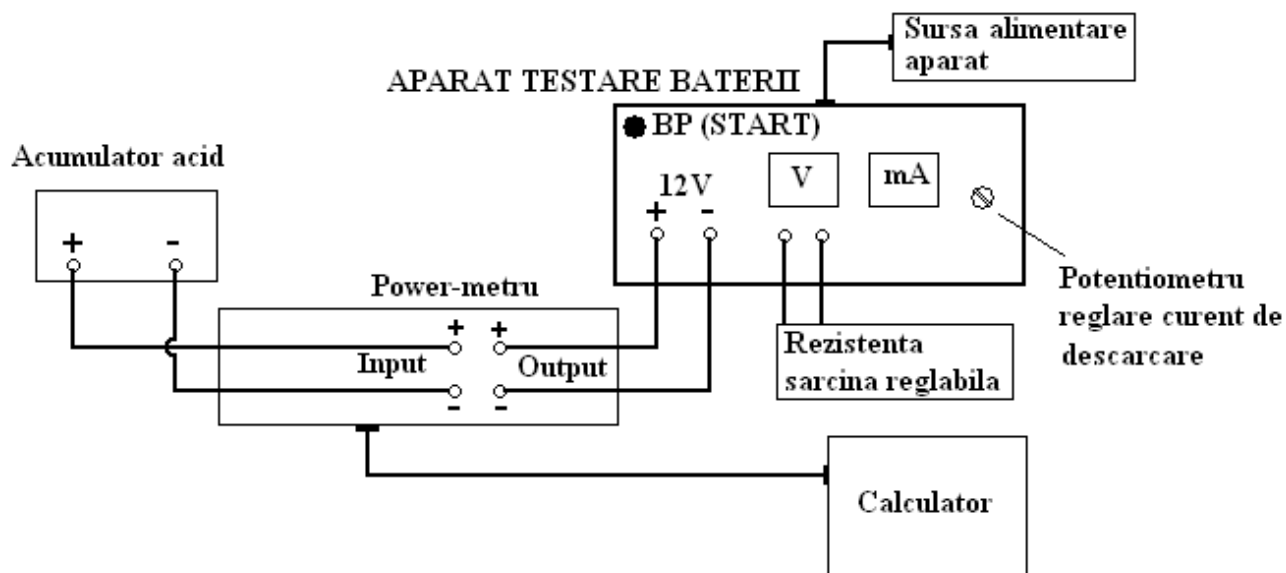


Fig. 3.13 Schema de montaj și monitorizare a descărcării bateriilor de acumuloare acide la curent constant cu deconectare automată



INTERROGATOR

Fig. 3.14 Aparat pentru testare baterii

4. Desfășurarea lucrării

- 4.1 Se vor studia din punct de vedere constructiv și funcțional elementele componente ale bateriei de acumuloare.
- 4.2 Se vor studia schemele electrice ale bateriei de acumuloare la funcționarea în regim de încărcare și de descărcare.
- 4.3 Se va măsura tensiunea la bornele unor baterii de acumuloare acide, existente în laborator, în gol și în sarcină și se vor face observații.
- 4.4 Se va măsura rezistența bateriilor de acumuloare în stare descărcată și în stare încărcată, cu ajutorul aparatului de testare baterii Interrogator.
- 4.5 Se vor efectua determinări experimentale și se vor reprezenta grafic tensiunea și curentul în funcție de timp la încărcare și descărcare, pentru un acumulator acid.

5. Conținutul referatului

- 5.1 Se vor prezenta elementele componente ale unui acumulator acid și principiul de funcționare în cele două regimuri de funcționare.
- 5.2 Se vor enumera parametrii specifici unei baterii de acumuloare.
- 5.3 Se vor prezenta datele experimentale și se vor reprezenta grafic tensiunea și curentul în funcție de timp la încărcare și descărcare, pentru un acumulator acid studiat în laborator.